

EAST 快控电源监控系统的优化

The Optimization of EAST fast control power monitoring system

(中国科学院等离子体物理研究所) 杨 恒 刘晓艳 秦品健 高 格

YANG Heng LIU Xiao-yan QIN Pin-jian GAO Ge

摘要: 针对 EAST(Experimental Advanced Superconducting Tokamak)快控电源原有远程监控系统中的问题,本文提出了一种新的改进方案。通过三维力控阻态软件进行统一界面绘制,使用 VC++6.0 和 FIOS™ SDK 开发自制板卡在力控下的驱动控件,简化了监控系统的操作过程,提高了系统的可靠性和扩展性。

关键词: EAST 快控电源; 监控系统; 驱动开发; VC++ 6.0

中图分类号: TP273

文献标识码: B

Abstract: For the problems of the original remote monitor-control system of EAST (Experimental Advanced Superconducting Tokamak) fast control power system, this paper presents a new alteration project, adopting ForceControl to unify interface, using VC++ 6.0 and FIOS™ SDK to develop drivers of self-control cards, simplifying the monitoring process, improving the reliability and scalability of the whole system.

Key words: EAST fast control power system; remote monitor-control system; driver development; VC++ 6.0

技术创新

前言

EAST 是国家“九五”重大科学工程,EAST 等离子体垂直位移快速控制电源(简称:EAST 快控电源)是高功率电源系统的组成部分之一,担负着向实验装置提供能量传输、功率转换、运行控制等重要任务,为等离子体的产生、约束、维持、加热以及等离子体电流、位置、形状的控制提供必要的工程基础。快控电源系统与真空室内的一组有源控制线圈(IVC)形成等离子体垂直位移的前向控制部分,同时与装置的被动反馈导体一起构成了等离子体垂直位移的反馈控制部分。

EAST 快控电源实质上是一个大容量的 AC/DC/AC 单相逆变电路,具有电流源特性的电压源型逆变器。最终设计参数将达 800~1600V/10~20KA,输出电流跟踪频率 100~200HZ。整个快控电源系统主要由主电路部分、控制保护部分以及远程监控部分组成。

本文针对远程监控网络中不完善的部分,提出一个新的改造方案,目前快控电源远程监控系统已经全部完成,并于今年 3 月份的 EAST 实验中使用。

1 快控电源远程监控系统介绍

1.1 优化前

快控电源原有的监控系统是通过工业以太网进行通讯,采用 Wincc 组态软件和 VB 进行人机界面显示和控制。监控网络主要由 PLC、OPC 服务器、Wincc 监控程序、VB 监控程序组成。PLC 通过其扩展模块 CP243-1 连接到工业以太网,将其所有的输入输出量传到 OPC 服务器,Wincc 程序从 OPC 服务器中读取这些控制量;VB 编程主要是对来自于单元信号保护板和撬棒记录板的信号进行处理,通过 Winsock 控件进行网络通讯,将每个单元的状态信号一一显示。实验运行中发现监控系统存在以下

杨 恒: 硕士研究生

问题:1、监控界面分为两个独立的部分不便于值班人员启动和查看。2、VB 中采用 Winsock 控件进行网络通讯存在不稳定性,而且两个板卡同时通过一个 IP 地址间隔 500ms 轮流进行传送数据,这时 Winsock 控件进行通讯有些堵塞特别是有故障来临时显示界面迟迟打不开,这样无法及时确认单元故障信息。3、Wincc 是西门子公司针对其 PLC 专门开发的一款组态监控软件,兼容性不够,很多专用的外设都没有办法与之通讯,这不利于快控电源控制系统的硬件改装,增加了选型的难度。

1.2 优化后

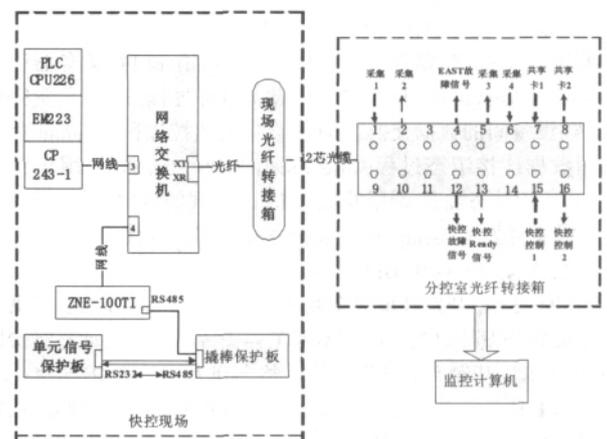


图 1 快控电源远程监控网络结构

新的快控电源监控系统选用力控 6.0 组态软件取代原有的 Wincc 程序和 VB 程序完成上位机的监控程序设计,在同一个工程中完成对 PLC 状态信号、单元故障信号和撬棒记录信号的统一监控。力控中有专门为西门子 S7-200 系列开发的基于 TCP/IP 协议的驱动,在开发系统 IoManager 中选择 SIEMENS(西门子)下的 S7-200 TCP 协议打开,对 PLC 通讯的各个参数进行设置即可完成与 PLC 的通讯,无需 OPC 服务器中间环节简化了通讯的配置。因为单元信号保护板和撬棒记录板是根据快控电源监

控的实际需要自行研制的,是非板卡,所以在力控的 I/O 设备组态中没有现成的驱动程序,后期根据组态的需要自行开发的 I/O 驱动程序。根据串行通讯规约,在启动力控运行系统后,驱动程序设置 IO 设备自动每隔 500ms 轮流发送下行数据即召唤命令 FA 和 FB。由于单元信号板和撬棒记录板串联后一起由串口转以太网板卡 ZNE-100TI 接入网络交换机的,如图 1 所示,所以他们的 IP 地址和端口相同。

改造后的监控系统主电路如图 2 所示,窗口最上方是主菜单栏,用鼠标单击任意一个菜单,可以进入相应监控画面。

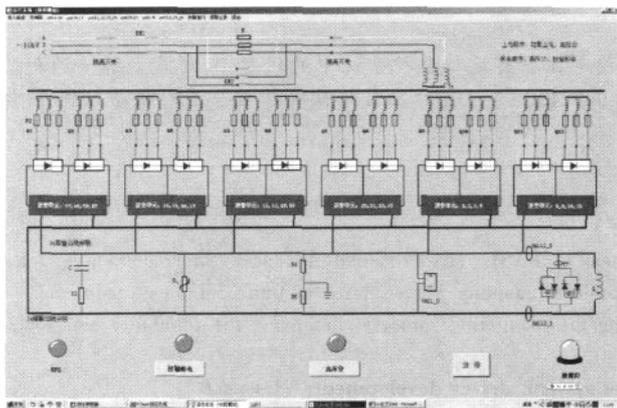


图 2 主电路监控界面

2 驱动的开发

2.1 力控驱动介绍

组态软件的设备驱动程序提供了连接计算机硬件的软件接口,在加载后成为操作系统内核的一部分。三维力控组态软件提供了力控 I/O 驱动程序接口软件开发工具包 FIOS SDK,FIOS SDK 提供了标准的开发接口,开发人员仅需要根据 I/O 设备的具体通信协议或驱动接口说明,填写几个扫描函数的实现代码,进行必要的调试与测试,即可完成一种 FIOS 的开发。

FIOS SDK 主要由 4 部分组成:设备组态接口(Iodevcfg)、I/O 监控接口 Ioapi、数据连接组态接口(Ioitemui)和 I/O 服务器程序 Ioserver。其中,Iodevcfg:负责管理设备组态过程;Ioapi:负责完成与 I/O 设备间的数据交换,实现对设备的监控过程;Ioitemui:负责管理数据连接组态过程;Ioserver:由 FIOS SDK 提供,用于完成对 Ioapi 的动态加载,调用并执行 Ioapi 实现的导出函数。开发人员仅需要开发 Iodevcfg、Ioitemui、Ioapi 三部分的代码。

2.2 Visual C++中 DLL 介绍

FIOS SDK 开发环境完全基于 32 位 Windows 平台,提供给程序员的开发接口为 API 函数和 C++类库。它使用动态链接库(DLL)技术将开发人员开发的代码整合到力控系统中。

DLL(Dynamic Linkable Library)可以简单看成一种仓库,它提供一些可以直接拿来用的变量、函数或类。在仓库的发展史上经历了“无库-静态链接库-动态链接库”的时代。Visual C++支持三种 DLL,它们分别是 Non-MFC DLL(非 MFC 动态库)、MFC Regular DLL(MFC 规则 DLL)、MFC Extension DLL(MFC 扩展 DLL)。

表 1 DLL 类型的分类

DLL 类型	入口函数
非 MFC DLL	编程者提供 DllMain 函数
MFC 规则 DLL	CWinApp 对象的 InitInstance 和 ExitInstance
MFC 扩展 DLL	MFC DLL 向导生成 DllMain 函数

非 MFC 动态库不采用 MFC 类库结构,其导出函数为标准的 C 接口,能被非 MFC 或 MFC 编写的应用程序所调用;MFC 规则 DLL 包含一个继承自 CWinApp 的类,但其无消息循环;MFC 扩展 DLL 采用 MFC 的动态链接库版本创建,它只能被用 MFC 类库所编写的应用程序所调用。通过 FIOS SDK 中的开发样例可以看出设备组态接口(Iodevcfg)、数据连接组态接口(Ioitemui)、I/O 监控接口(Ioapi)DLL 文件均属于 MFC 扩展 DLL。

2.3 驱动设计实例

下面以单元信号保护板为例来介绍驱动开发的过程。单元信号保护板串口通讯规约为:波特率 4800,8 位数据位,1 位停止位,无校验;当发送: FA 获取信号;接收到的信号的格式为: F5 d1 d2 d3 d4 d5 d6 F4 共 8 个字节。单元信号保护板不是直接通过串口连入远程监控计算机,而是通过周立功的串口转以太网口的 ZNE-100TI 板卡转成以太网输出。

I/O 描述文件: I/O 描述文件是一个标准的文本文件,有固定的格式可由程序员根据设备情况自行填写。由于板卡是自主开发的,所以类别、厂商和 IOID(唯一区别各 I/O 驱动程序的标志)不妨设为 YH;三维力控;BDDriver。子类型、类型号可自定义,使用 TCP/IP 网络通信方式且需要指定的设备地址。即:BoardCard (Driver);1;2;1。

Iodevcfg: 由于力控组态环境 DRAW 中的设备管理器提供的标准设备组态接口能够完整地描述设备的有关信息,就不需要编写 Iodevcfg 接口程序。

Ioitemui: 在用力控进行组态时,把数据 DB 中的点参数与某种设备的具体信道建立连接时,一般还要指定数据转换格式、数据长度等参数,Ioitemui 即为处理这些问题而创建。Ioitemui 主要完成两部分功能,一是提供一个界面,另外是就将用户的组态信息用某种格式保存起来以便在开发编程接口 Ioapi 时使用。本例中数据链接的界面非常简单,只要包含偏移地址就可。

Ioapi: Ioapi 是 FIOS 提供的最主要的一个编程接口,驱动开发的主要工作就是开发 Ioapi 部分的程序。Ioapi 提供了一级 API 函数和一些 C++类库,通过调用这些函数、类库和具体实现函数最后形成 MFC 的扩展动态链接库,扫描函数是这个 DLL 的输出函数。当力控运行时通过描述把从 I/O 设备采集到的数据解析后提交给 DB,或将 DB 下置给 I/O 设备的数据经解析转换后写入 I/O 设备。由单元信号板规约可看出,该驱动只需要上传数据而不用下置数据,主要实现函数为 OnReadData()、OnIsResponseComplete()、OnIsResponseComplete()和 OnParseResponse()。

INT OnReadData(CPacket* pPacket, LPTSTR lpszSendString, INT& nSendStringLength)用来循环调度形成数据请求命令串,得到实际仿真器地址写入开始符(命令码)。BOOL OnIsResponseComplete(CDevice* pDevice, CPacket* pPacket, CItem* pItem, LPCTSTR lpszResponseString, INT nResponseStringLength, INT& nDeleteLen)用来异步方式下判断是否完成数据的接收及收到的命令是否完整。这包括:数据长度够不够,若不够则继续等待;收到的数据开始符或结束符是否正确,出错则返回等待;void OnParseResponse(CDevice* pDevice, CPacket* pPacket, CItem* pItem, const char* chResponse, int nResponseLen, BOOL bSuccess)是 Ioapi 的核心函数,用来把获得的数据包进行解析转换成规约中的格式。

(下转第 85 页)

4 结束语

基于 LabVIEW 环境和 NI-DAQ 板卡的散热器试验台是传统学科与先进技术的充分结合,为散热器实验研究奠定了基础。实验证明,本试验台有如下特点:

1. 试验台中用 LabVIEW 编写的测控程序可读性、可扩展性和移植性强,便于维护、用户界面友好,控件显示直观,问题易于排除,寻找问题便捷直观,测控系统稳定,充分体现了方便、快捷、实用等之优点。

2. 试验证明试验台测量精度、重复性和灵敏度高,整体性能良好,可以自动完成实验过程。

本文作者创新点为:基于 LabVIEW 设计的测控系统,实现散热器试验台试验过程全自动完成。

参考文献

- [1]高聪杰,李松岩,吴松.基于 LabVIEW 的信号输出与数据采集系统[J].微计算机信息,2008,7-1:135-136
- [2]杨世铭,陶文铨.传热学(第三版)高等教育出版社 2002:332-333
- [3]周林,殷侠.数据采集与分析技术 西安电子科技大学出版社 2005:2-4
- [4]雷振山. LabVIEW7 Express 实用技术教程 2005:376-377
- [5]胡金华,袁湘辉. LabVIEW 中数据采集系统的开发应用[J].仪表技术 2008,(34)7:21-23
- [6]李江全.计算机测控系统设计与编程实现 电子工业出版社. 2008: 337-339

作者简介:徐之平(1952-),男,上海人,上海理工大学,副教授,主要从事强化换热研究。

Biography:XU Zhi -ping (1952 -),male,ShangHai, associate professor, mainly engages in the enhancement of heat transfer. (200093 上海 上海理工大学热工研究所) 徐之平 张磊 张伟荣 刘彩赢

(Institute of thermal Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China) XU Zhi-ping ZHANG Lei ZHANG Wei-rong LIU Cai-ying

通讯地址:(200093 上海市杨浦区军工路 516 号 能源与动力工程学院) 徐之平

(收稿日期:2009.06.26)(修稿日期:2009.09.26)

(上接第 92 页)

3 总结

EAST 快控电源上位机需要与 PLC、单元信号保护板和撬棒记录板进行通讯。力控内置驱动支持与 PLC 进行通信,通过自行开发驱动可实现与单元信号保护板和撬棒记录板正常通信。通过上述方式可以使 EAST 快控电源监控系统界面统一化并且增强了系统的可靠性,三维力控内部集成大多数主流板卡的驱动并支持二次开发便于系统的进一步扩展。

本文作者创新点:本文提出的方案将 EAST 快控电源监控界面统一化,并采用自主开发驱动方法提高了快控电源系统的可扩展性。

参考文献

- [1]管子平,郑岩,傅鹏,EAST 快控电源监控系统的改造[J].微计算机信息,2008,240-241

[2]汤清泉,颜世超,卢松升,刘正之,基于 PLC 与 WINCC 的 EAST 快控电源远控网络设计[J].微计算机信息,2007,9-1:18-19

[3]宋宝华,VC++动态链接库(DLL)编程深入浅出[Z].www.pconline.com.cn,2005

[4]吴力伟,叶念渝,力控组态软件下的设备驱动程序开发[J].自动化信息,2006

作者简介:杨恒(1986-),男,安徽阜阳人,中科院等离子体物理研究所,硕士研究生,研究方向为变流器操作及监控系统;秦品健(1951-),男,研究员,研究方向为控制系统设计、DSP 技术应用等。

Biography:YANG Heng(1986-), male, Anhui Province, Institute of Plasma Physics Chinese Academy of Science, Graduate student, Converter operating and monitoring system.

(230031 合肥 中国科学院等离子体物理研究所) 杨恒 刘晓艳 秦品健 高格

(Institute of Plasma Physics Chinese Academy of Sciences, Anhui Hefei 230031, China) YANG Heng LIU Xiao-yan QIN Pin-jian GAO Ge

通讯地址:(230031 安徽省合肥市 1126 号信箱等离子体物理研究所二室) 杨恒

(收稿日期:2009.05.15)(修稿日期:2009.08.15)

CSCD 核心期刊 EI 数据源 《微计算机信息》杂志 旬刊

(每十天)出版发行! 邮局订阅号:82-946

《测控自动化》专题 (微计算机信息)每月 1 号出版
《嵌入式与 SOC》专题 (微计算机信息)每月 11 号出版
《管控一体化》专题 (微计算机信息)每月 21 号出版

每年发表:国家自然科学基金、国家 863 计划、国家 973 计划、国家十五规划,国防科研预研基金资助的文章约 2500 篇,充分展现科研教学,部队信息化的成果,大型工程项目竞标成果,200 个广告承载工程项目买主货比三家的选购空间。适合所有大学、省市图书馆订阅收藏。为读者、作者、广告客户三个上帝全方位服务!增强您的社会竞争能力,是我们努力方向!

集精英之大作,成就天下志士。集精英之智慧,造就一人大成!

每期刊登 70 篇技术实用文章 /268 页;年刊登 2500 篇论文,大 16 开。出版发行 36 册/年,10 元/册,360 元/年。

地址 北京市海淀区中关村南大街乙 12 号天作 1 号楼 B 座 812 室
微计算机信息 邮政编码:100081
电话 010-62132436 62192616 传 真 010-82168297
E-mail:editor@autocontrol.com.cn

中国自控网

网站:www.autocontrol.com.cn 通用网址:自控网

欢迎投稿 欢迎订阅